

**PERBANDINGAN PENGGUNAAN GELAGAR PRATEKAN JEMBATAN  
DENGAN MENGGUNAKAN BETON PRACETAK BENTUK I DAN U  
(Studi Kasus pada Pembangunan Jembatan Saekan Kecamatan Mojosari Kabupaten Mojokerto)**

**Tu Bagus Hanan Trisno**

Program Studi S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: [tubagusxiiiipa5@gmail.com](mailto:tubagusxiiiipa5@gmail.com)

**Yogie Risdianto**

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

**Abstrak**

Desain jembatan di Indonesia pada umumnya didominasi oleh penggunaan gelagar pratekan bentuk I. Hal tersebut dikarenakan bentuk penampang gelagar pratekan bentuk I yang relatif langsing dibandingkan gelagar bentuk lain sehingga dianggap lebih ekonomis. Akibatnya, jarang ditemukan pekerjaan jembatan bentang menengah yang menggunakan gelagar pratekan bentuk lain. Namun demikian, selain tingkat ekonomis, faktor lain yang perlu diperhitungkan adalah dalam perencanaan jembatan kekuatan struktur gelagar dalam menerima dan menahan beban layan yang ada. Oleh karena itu muncul alternatif gelagar pratekan bentuk U yang memiliki sifat lebih kaku dan memiliki kapasitas menahan beban yang lebih besar dibandingkan gelagar pratekan bentuk I. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sebuah studi penggunaan gelagar pratekan bentuk U apabila dijadikan pembanding gelagar bentuk I pada jembatan Saekan tersebut.

Gelagar pratekan yang digunakan baik bentuk I dan U adalah produk dari Wika Beton (2017) dengan mutu beton 60 MPa. Perencanaan mengacu pada SNI 1725:2016 tentang Standar Pembebanan untuk Jembatan, RSNI T-12-2004 tentang Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan, dan buku teks akademisi terkait. Jembatan Saekan dengan bentang 38,8 meter dibebani oleh beban permanen, beban lalu lintas, dan beban aksi lingkungan. Elemen pendukung yang dihitung meliputi kehilangan prategang baik jangka pendek dan jangka panjang serta nilai tegangan yang pada akhirnya mengarah pada nilai lendutan pada gelagar.

Hasil analisis menunjukkan bahwa gelagar bentuk I memiliki efektifitas tegangan yang lebih baik karena tidak timbul tegangan tarik dibandingkan gelagar bentuk U yang terdapat tegangan tarik pada serat atas kondisi awal walaupun masih sama-sama dibawah batas ijin yang disyaratkan dalam RSNI T-12-2004. Sementara untuk lendutan akhir gelagar bentuk I dan bentuk U memiliki selisih yang kecil, dimana gelagar bentuk U lebih baik dengan nilai lendutan yang lebih kecil 0,1% atau 0,3 milimeter dibandingkan dengan gelagar bentuk I.

**Kata kunci :** gelagar bentuk I, gelagar bentuk U, beton prategang, *post tension*.

**Abstract**

*The design of bridges in Indonesia is generally dominated by the use of prestressed concrete I girders. It is used because the cross section of the prestressed concrete I girder is slimmer compared to other forms, so it is considered more economical. As a result, it is rare to find intermediate span bridge work that uses other forms of prestressed girder. However, besides the economic level, another factor that needs to be taken in the planning of the bridge is the strength of the girder structure in accepting and holding the existing service load. Therefore a prestressed concrete U girder has come out as an alternative that can be chosen with some advantages such as more rigid and has a greater capacity to be loaded than the prestressed concrete I girder. The purpose of this research is to make a study about the use of prestressed concrete U girder when used as a comparison of the prestressed concrete I girder on the Saekan bridge.*

*Both prestressed concrete I dan U girders are products of Wika Beton (2017) which has 60 quality of concrete. The planning refers to SNI 1725: 2016 concerning Standar Pembebanan untuk Jembatan, RSNI T-12-2004 concerning Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan, and other related textbooks. The Saekan bridge has 38.8 meters is loaded with permanent loads, traffic loads and environmental action loads. The supporting elements calculated include short-term and long-term prestressing losses and stress values which ultimately lead to deflection values in the girder.*

*The results of the analysis shows that prestressed concrete I girder has a better stress effectiveness because no tensile stress occurs compared to the prestressed concrete U girder which has tensile stress on the fiber for the initial conditions even though it is still below the permitted limit required in the RSNI T-12-2004. While for the final deflection of the prestressed concrete I and U girder has a small difference, where the prestressed concrete U girder is better with a smaller deflection value of 0.1% or 0.3 millimeters compared to the prestressed concrete I girder.*

**Key words :** prestressed concrete I girder, prestressed concrete U girder, prestressed concrete, *post tension*

## PENDAHULUAN

Sistem pembangunan jembatan memiliki banyak variasi yang dapat dipilih sesuai kebutuhan. Sistem tersebut ada untuk mencapai suatu konstruksi jembatan dengan kekuatan wajar namun tetap ekonomis. Salah satu yang banyak digunakan adalah sistem pratekan. Sistem beton pratekan (*prestressed*) merupakan metode dimana ditimbulkan tegangan internal pada balok untuk dapat menetralkan tegangan akibat beban luar sampai pada taraf tertentu melalui penarikan baja mutu tinggi yang dikombinasikan dengan beton mutu tinggi (RSNI-T12-2004).

Keuntungan yang akan diperoleh dari sistem beton pratekan bahwa seluruh penampang beton akan bekerja secara aktif, sehingga kinerja beton menjadi lebih efektif dalam memberikan reaksi terhadap beban. Dalam perkembangannya, sistem beton pratekan dikombinasikan dengan material berupa beton pracetak. Metode pracetak memiliki keunggulan berupa proses pemasangan yang lebih cepat dan praktis. Kombinasi beton pratekan pracetak diaplikasikan dalam struktur jembatan yaitu pada gelagar jembatan atau balok girder.

Seperti disebutkan oleh Wika Beton dalam *Brochure The Precast Concrete Manufacture* (2017), dalam pemenuhan kebutuhan konstruksi jembatan, terdapat 4 (empat) jenis gelagar berupa *Precast Concrete* (PC) yang dapat digunakan yakni *PC-Voided Slab*, *Box Girder*, *PC-I Girder*, dan *PC-U Girder*. Namun, di Indonesia dalam beberapa proyek pembangunan jembatan sangat didominasi oleh penggunaan gelagar pracetak bentuk I (*PC-I Girder*). Alasannya adalah karena *PC-I Girder* memiliki bentuk penampang yang relatif lebih langsing dibandingkan dengan gelagar bentuk lain. Akibatnya *PC-I Girder* unggul dalam volume pekerjaan sehingga banyak dipilih karena dinilai akan lebih ekonomis.

Namun, hal penting yang tidak boleh dikesampingkan adalah selain ekonomis, gelagar jembatan juga harus cukup kuat dalam menahan dan memberikan reaksi pada saat sudah terbebani. Untuk memenuhi aspek tersebut, maka dapat dimunculkan *PC-U Girder* sebagai alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti *PC-I Girder*. Dibandingkan dengan *PC-I Girder*, *PC-U Girder* dinilai akan lebih mampu dalam menerima beban struktur dari jembatan. Penggunaan *PC-U Girder* mampu meningkatkan kemampuan layan jembatan *Fly Over* Amplas Medan dengan bentang 31,1 meter walaupun telah dilakukan perubahan mutu pelat lantai kendaraan di atasnya dari K-300 menjadi K-350 (Masnul, 2009).

*PC-U Girder* memiliki kelebihan lain yakni memiliki dimensi badan yang lebih lebar namun tetap langsing pada bagian tengah sehingga gelagar dengan bentuk U akan lebih stabil. Penggunaan *PC-U Girder* dengan tinggi 1,75 meter dapat memberikan hasil efektifitas kemampuan layan yang lebih baik dibandingkan dengan *PC-I Girder* dengan tinggi 1,82 meter untuk jembatan dengan bentang 36,6 meter walaupun volume pekerjaan akan menjadi lebih besar (Herdiyasari, 2013).

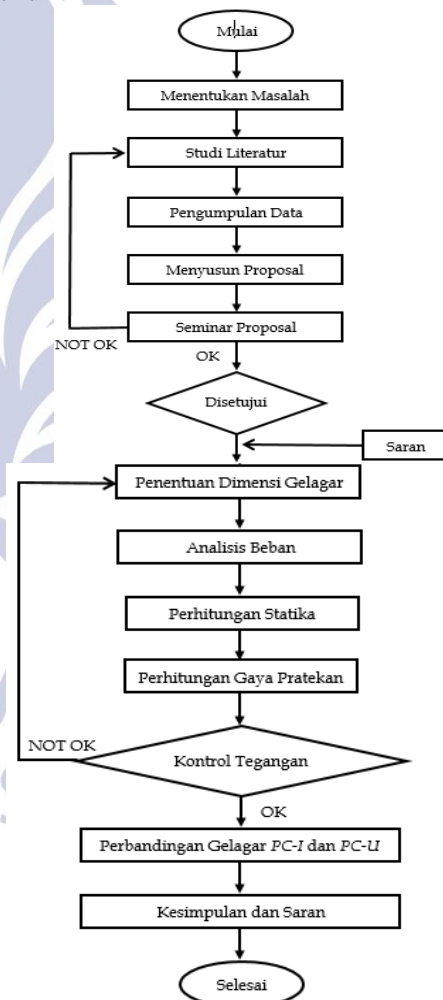
Sesuai dengan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang dapat di ambil dalam penelitian adalah bagaimanakah perbandingan kinerja gelagar jembatan Saekan akibat penggunaan *PC-I Girder* dan *PC-U Girder* sebagai gelagar jembatan.

Adapun tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui perbandingan kinerja gelagar jembatan Saekan akibat penggunaan *PC-I Girder* dan *PC-U Girder* sebagai gelagar jembatan.

## METODE

### A. Rencana Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan kategori studi perencanaan yang hanya menganalisis data jembatan eksisting menggunakan bantuan *software* dan bersifat perencanaan teknis serta tidak sampai membuat pemodelan struktur atau *prototype* jembatan di laboratorium.



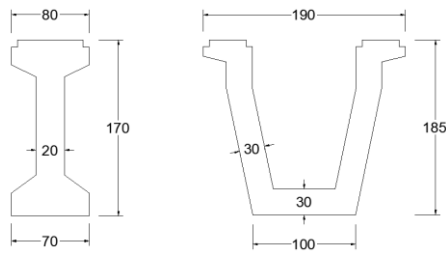
Gambar 1 Flow Chart Penelitian

### B. Variabel Penelitian

#### 1. Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini yang merupakan gelagar jembatan yang menggunakan gelagar bentuk I (*PC-I Girder*) dengan tinggi 1,7

meter dan gelagar bentuk U (*PC-U Girder*) dengan tinggi 1,85 meter.



**Gambar 2** Dimensi Gelagar Bentuk I Dan U

## 2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang menjadi akibat dari variabel bebas yang telah ditentukan. Jadi variabel terikat dalam penelitian ini adalah variabel yang menentukan sifat mekanis gelagar jembatan.

- Kehilangan Pratekan**  
Kehilangan pratekan untuk sistem *post-tension* disyaratkan antara 15% - 25%.
- Tegangan**  
Tegangan yang terjadi pada gelagar diserat atas dan bawah untuk kondisi awal maupun akhir harus memenuhi batas ijin tegangan yang disyaratkan pada RSNI-T12-2004.
- Lendutan**  
Lendutan baik *over chamber* maupun lendutan akhir harus memenuhi nilai kurang dari  $L/800$  seperti disyaratkan RSNI-T12-2004.

## 3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang menjadi dasar acuan agar perubahan variabel terikat akibat dari adanya variabel bebas dapat terjamin validitasnya.

- Bentang Jembatan
- Lebar Jembatan
- Mutu Beton
- Mutu Baja
- Jenis dan Mutu Baja Pratekan (*Strand*)
- Jenis Beban
- Kombinasi Beban

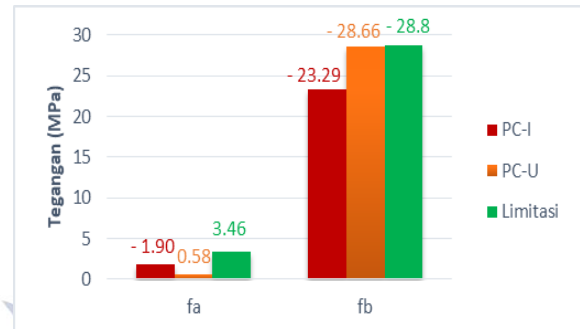
## C. Teknis Analisis Data

Analisis data merupakan tabulasi dengan bantuan *software Microsoft Excel* dengan memenuhi kaidah dan rumusan yang sesuai dengan standar peraturan mengenai jembatan yang berlaku kemudian menjadi dasar dalam membuat perbandingan kinerja gelagar yang disajikan juga dalam bentuk grafik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

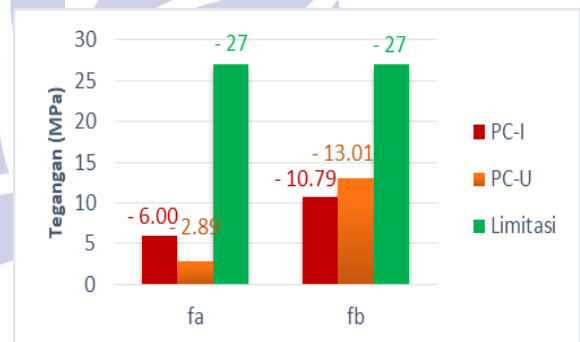
### 1. Perbandingan Tegangan

Tegangan yang dibandingkan ditinjau pada serat atas ( $f_a$ ) dan serat bawah ( $f_b$ ) baik pada kondisi awal maupun akhir.



**Gambar 3** Grafik Tegangan Kondisi Awal

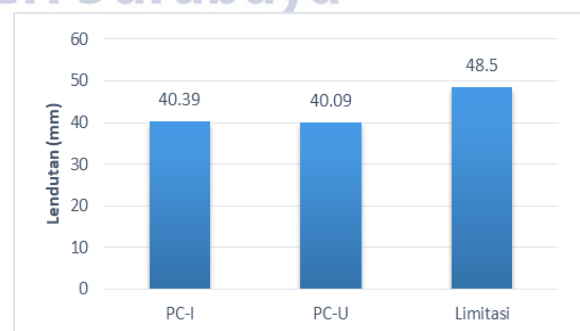
Dari Gambar 3 diatas dapat diketahui bahwa pada kondisi awal baik gelagar bentuk I maupun bentuk U sama-sama memiliki tegangan yang masih dibawah batas ijin yang disyaratkan RSNI T-12-2004. Sementara itu, pada kondisi akhir kedua gelagar baik bentuk I maupun U juga memiliki nilai tegangan dibawah batas ijin yang disyaratkan seperti pada Gambar 4 dibawah.



**Gambar 4** Grafik Tegangan Kondisi Akhir

### 2. Perbandingan Lendutan

Lendutan ditinjau dipengaruhi oleh besar beban yang harus ditahan struktur gelagar jembatan.



**Gambar 5** Grafik Lendutan Setelah Beban Service



Berdasarkan Gambar 5 diatas mengenai nilai lendutan akhir, dapat diketahui bahwa gelagar bentuk I memiliki nilai lendutan yang lebih besar dibandingkan dengan gelagar bentuk U dengan selisih yang sangat kecil yaitu 0,3 milimeter.

Sugiyono. 2010. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung : Alfabeta.  
Supriyadi, Bambang dan Agus Setyo Muntohar. 2000. *Jembatan*. Yogyakarta : Beta Offset.

## SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka kesimpulan yang didapatkan adalah sebagai berikut:

1. Gelagar bentuk I dan U menghasilkan tegangan yang masih dibawah batas ijin yang disyaratkan RSNI T-12-2004 di serat atas dan bawah pada kondisi awal maupun akhir.
2. Lendutan akhir saat beban service gelagar bentuk I sedikit lebih besar 0,1% dibandingkan gelagar bentuk U.
3. Gelagar bentuk I memiliki efektifitas tegangan yang lebih baik sementara gelagar bentuk U memiliki sifat struktur yang lebih kaku dan stabil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2017. *Brochure The Precast Concrete Manufacture*. Jakarta : Wika Beton.
- Badan Standardisasi Nasional. 2016. *SNI 1725:2016 tentang Standar Pembebanan untuk Jembatan*. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. *SNI 2847:2013 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2004. *RSNI T-12-2004 tentang Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan*. Jakarta.
- Collins and Mitchell. 1991. *Prestressed Concrete Structure*. New Jersey : Prentice Hall.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Pedoman Pembebanan Perencanaan Jembatan Jalan Raya*. Jakarta.
- Dewi, Sri Murni. 2006. *Beton Prategang*. Surabaya : Srikandi.
- Ilham, M Noer. 2008. *Perhitungan Balok Prategang (PCI – Girder) Jembatan Srandakan Kulon Progo D.I. Yogyakarta*.
- Lin, T.Y. dan Burns, N.H. *Desain Struktur Beton Prategang Jilid 1*. Jakarta : Erlangga.
- Manu, Agus Iqbal. 1995. *Dasar – Dasar Perencanaan Jembatan Beton Bertulang*. Jakarta : PT. Mediatama Saptakarya, DPU.
- Prestressed Concrete Institute*. 2004. *PCI Design Handbook 6<sup>th</sup> Edition*. Chicago : *Prestressed Concrete Institute*.
- Raju, Khrisna. 1998. *Beton Prategang Edisi Kedua*. Jakarta : Erlangga.
- Rizkia, Selvia Rahma. 2017. *Analisis Kehilangan Prategang Akibat Metode Stressing Satu Arah dan Dua Arah Pada Jembatan Beton Prategang*. Lampung